

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-095001

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/133

G02F 1/1335

G09G 3/36

(21)Application number : 06-252700 (71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

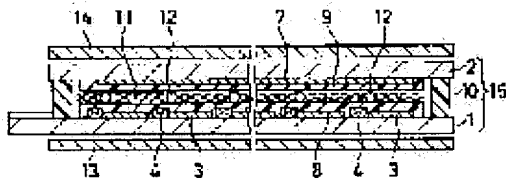
(22)Date of filing : 22.09.1994 (72)Inventor : SAKAMOTO KATSUTO
OGURA JUN

(54) FERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND FERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide such a ferroelectric liquid crystal display device as being capable of displaying a high contrast of gradient image in a simple structure without causing display seizure.

CONSTITUTION: In a TFT liquid crystal display element, a DHF liquid crystal 11 is oriented in the first orientation condition that liquid crystal molecules are arrayed in the first direction in association with applied voltage, in the second orientation condition that the liquid crystal molecules are arrayed in the second direction and in an arbitrary orientation condition as a middle between the first and second orientation conditions. One of a pair of polarizing plates 13, 14 has an optical axis set in a middle direction between the first and second directions and the other has an optical axis set perpendicular to the



optical axis of the former. To the DHF liquid crystal 11 for each picture element, one pulse that an absolute value for voltage corresponds to a display gradation during selecting each picture element and polarity is changed for every frame is applied for plural frames per image data. The polarity order of the pulse is preset so that high contrast can be obtained matching to the property of the liquid crystal display element.

特開平8-95001

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 6 0			
	5 5 0			
1/1335	5 1 5			
G 0 9 G 3/36				

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平6-252700

(22) 出願日 平成6年(1994)9月22日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 坂本 克仁

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ

オ計算機株式会社八王子研究所内

(72) 発明者 小倉 潤

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ

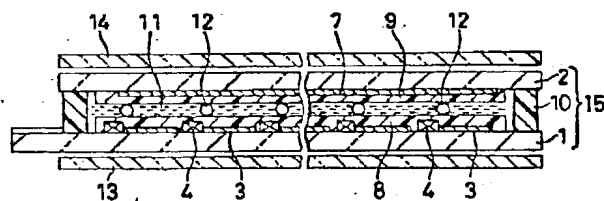
オ計算機株式会社八王子研究所内

(54) 【発明の名称】 強誘電性液晶表示装置及び強誘電性液晶表示素子の駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 簡単な構成で高いコントラストの階調画像を表示が可能で、表示の焼き付き現象を起こさない強誘電性液晶表示装置を提供することである。

【構成】 TFT液晶表示素子において、DHF液晶11は、印加電圧に応じて液晶分子が第1の方向に配列した第1の配向状態と、液晶分子が第2の方向に配列した第2の配向状態と、前記第1と第2の配向状態の中間の任意の配向状態に配向する。一対の偏光板13、14の一方偏光板の光学軸は前記第1の方向と第2の方向の中間の方向に設定され、他方の偏光板の光学軸は一方の偏光板の光学軸に直交して設定される。各画素のDHF液晶11には、各画素の選択期間に、電圧の絶対値が表示階調に対応し、極性がフレーム毎に変化する1つのパルスを、1つの画像データに対して複数フレームにわたって印加する。パルスの極性の順番は、液晶表示素子の特性に合わせて高コントラストが得られるように予め設定される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】画素電極が形成された一方の基板と、前記画素電極に対向する対向電極が形成された他方の基板と、

前記 2 つの基板間に配置された強誘電性を持つ液晶と、前記 2 つの基板を挟む位置に配置された一対の偏光板と、を有し、

前記画素電極と前記対向電極との間に印加される極性の異なる電圧の絶対値の変化に対応して実質的に等しい光学的変化を示す強誘電性液晶表示素子と、

表示画像に対応する画像データを受け、画像データに対応する絶対値を持ち且つ極性が異なる複数の電圧を所定の極性の順番に前記画素電極と前記対向電極間に複数のフレームにわたって交互に印加する駆動手段と、を備えることを特徴とする強誘電性液晶表示装置。

【請求項 2】画素電極と該画素電極に接続されたアクティブ素子がマトリクス状に配列された一方の基板と、前記画素電極に対向する対向電極が形成された他方の基板と、前記基板間に配置され、層構造をもち、前記画素電極と前記対向電極間に印加された電圧に応じて液晶分子が第 1 の方向にほぼ配列した第 1 の配向状態と、液晶分子が第 2 の方向にほぼ配列した第 2 の配向状態と、液晶分子がその平均的な配列方向を前記第 1 と第 2 の方向の間の任意の方向に向けて配列した中間の配向状態とに配向する強誘電性を有する液晶と、前記一方の基板側に配置され、前記強誘電性液晶の層の法線方向と実質的に平行な方向に光学軸が設定された一方の偏光板と、前記他方の基板側に配置され、前記一方の偏光板の光学軸に直交又は平行に光学軸が設定された他方の偏光板と、を備えた強誘電性液晶表示素子と、

前記アクティブ素子に接続され、表示階調を定義する信号を受け、各画素の選択期間に、絶対値が表示階調に対応し且つ複数のフレームにわたって共通で、前記強誘電性液晶表示素子毎に予め定められた順番で極性がフレーム毎に反転する複数の電圧を前記アクティブ素子を介して前記画素電極に印加する駆動手段と、

を備えることを特徴とする強誘電性液晶表示装置。

【請求項 3】液晶は、第 1 の極性で第 1 の絶対値を有する第 1 の電圧を印加した後で第 2 の極性で第 2 の絶対値を有する第 2 の電圧を印加した時に前記液晶の分子が配向を終了するまでに要する第 1 の時間が、第 2 の極性で第 1 の絶対値を有する第 3 の電圧を印加した後で第 1 の極性で第 2 の絶対値を有する第 4 の電圧を印加した時に前記液晶の分子が配向を終了するまでに要する第 2 の時間よりも長く、

前記駆動手段は、前記複数の電圧を前記第 1 の極性、前記第 2 の極性の順番で異なったフレームで印加する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の強誘電性液晶表示装置。

【請求項 4】前記強誘電性液晶表示素子は、第 1 の極性

2

で所定絶対値の電圧を有する第 1 の電圧と第 2 の極性で前記所定絶対値の電圧を有する第 2 の電圧と電圧値が 0 の第 3 の電圧とを順番に印加した時の前記第 3 の電圧の印加に対応した透過率が、前記第 2 の電圧と前記第 1 の電圧と前記第 3 の電圧とを順番に印加した時の前記第 3 の電圧の印加に対応した透過率よりも小さく、

前記駆動手段は、前記複数の電圧を前記第 1 の極性、第 2 の極性の順番で印加する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の強誘電性液晶表示装置。

【請求項 5】前記駆動手段は、前記複数の電圧の極性の順番を変更する切り替え手段をさらに備える、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の強誘電性液晶表示装置。

【請求項 6】画素電極と画素電極に接続された薄膜トランジスタがマトリクス状に複数配列された一方の基板と、前記画素電極に対向する対向電極が形成された他方の基板と、これらの基板の間に配置され、層構造をもち、前記画素電極と対向電極間に印加された電圧に応じて液晶分子が第 1 の方向にほぼ配列した第 1 の配向状態と、液晶分子が第 2 の方向にほぼ配列した第 2 の配向状態と、液晶分子の平均的な配列方向が前記第 1 の方向と前記第 2 の方向の間の任意の方向となる中間の配向状態にそれぞれ配向する強誘電性を持った液晶と、前記一方の基板側に配置され、前記強誘電性液晶層の法線と実質的に平行な方向に光学軸が設定された一方の偏光板と、前記他方の基板側に配置され、前記一方の偏光板の光学軸に直交又は平行に光学軸が設定された他方の偏光板と、を備えた強誘電性液晶表示素子の駆動方法において、

絶対値が表示階調に対応し、1 つの表示階調に対してフレーム毎に極性が異なる複数のパルス電圧を前記アクティブ素子を介して前記画素電極に所定の順番で印加する、ことを特徴とする強誘電性液晶表示素子の駆動方法。

【請求項 7】前記液晶は、第 1 の極性で所定絶対値の電圧を有する第 1 のパルス電圧を印加した後で電圧が 0 の第 3 のパルス電圧を印加した時に前記液晶の分子が初期配向状態に復帰する第 1 の時間が、第 2 の極性で前記所定絶対値の電圧を有する第 2 のパルス電圧を印加した後で前記第 3 のパルス電圧を印加した時に前記液晶の分子が初期配向状態に復帰する第 2 の時間よりも長く、前記複数のパルス電圧を前記第 1 の極性と前記第 2 の極性の順番で異なったフレームで印加する、ことを特徴とする請求項 6 に記載の強誘電性液晶表示素子の駆動方法。

【請求項 8】前記液晶表示素子は、第 1 の極性で所定絶対値の電圧を有する第 1 のパルス電圧と第 2 の極性で前記所定絶対値の電圧を有する第 2 のパルス電圧と電圧値が 0 の第 3 のパルス電圧とを順番に印加した時の前記第

3

3のバルス電圧の印加に対応した透過率が、前記第2のバルス電圧と前記第1のバルス電圧と前記第3のバルス電圧とを順番に印加した時の前記第3のバルス電圧の印加に対応した透過率よりも小さく、

前記複数のバルス電圧を前記第1の極性と第2の極性の順番で印加する、

ことを特徴とする請求項6に記載の強誘電性液晶表示素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は強誘電相及び／又は反強誘電相を有する強誘電性液晶（反強誘電性液晶を含む）を用いた液晶表示素子及びその駆動方法に関し、特に、階調表示が可能な強誘電性液晶表示装置及び強誘電性液晶表示素子の駆動方法に関する。また、この発明はコントラストの高い画像を表示できる強誘電性液晶表示装置及び強誘電性液晶表示素子の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】強誘電性液晶表示素子としては、強誘電性液晶を用いた強誘電性液晶表示素子と反強誘電性液晶を用いた反強誘電性液晶表示素子とが知られている。

【0003】強誘電性液晶表示素子の実用化に関する研究は、従来、SS-F液晶と呼ばれる強誘電性液晶を対象として行なわれていた。しかし、SS-F液晶を用いる強誘電性液晶表示素子は透過率を段階的に変化させることができず、階調表示を行うことができない。

【0004】そこで、階調表示の可能な強誘電性液晶表示素子が研究されており、カイラルスメクティック相の螺旋ピッチが表示素子の基板間隔より小さい強誘電性液晶を用いることが提案されている。この種の強誘電性液晶は、メモリ性を有するものがSBF液晶と呼ばれ、非メモリ性のものがDHF液晶と呼ばれている（「LIQUID CRYSTALS」, 1989, Vol. 5, NO. 4, の第1171頁ないし第1177頁参照）。

【0005】DHF液晶を用いる強誘電性液晶表示素子では、DHF液晶が螺旋構造をもった状態で基板間に封入されている。DHF液晶は、液晶層を挟んで対向する電極間に絶対値が十分大きい値の電圧を印加した時、印加電圧の極性に応じて、液晶分子の平均的な配向方向が第1の方向となる第1の配向状態（第1の強誘電相）と液晶分子の平均的な配向方向が第2の方向となる第2の配向状態（第2の強誘電相）とのいずれかになり、印加電圧の絶対値が前記第1の配向状態又は第2の配向状態となる電圧より小さい場合、分子配列の螺旋の歪みにより、液晶分子の平均的な配向方向が前記第1と第2の方向の間となる中間の配向状態になる。

【0006】従来、DHF液晶を用いる液晶表示素子においては、一方の偏光板の光学軸は前記第1又は第2の方向に平行に設定され、他方の偏光板の光学軸は一方の偏光板の光学軸に直交するように配置されている。

4

【0007】しかし、このような構成の強誘電性液晶表示素子では、表示したい階調に対応する電圧を液晶に印加しても、印加電圧と画素の透過率とが対応せず、実用レベルの階調表示を実現することはできない。これは、これらの液晶表示素子の光学特性のヒステリシスが大きく、表示階調に対応する電圧を液晶に印加しても、それ以前に印加された電圧の影響で表示階調が一義的に定まらないためである。

【0008】ヒステリシスの影響を小さくして表示階調を制御するため、各画素の選択期間に液晶分子を第1又は第2の方向に一旦配向させる電圧を印加し、その後、表示階調に対応する電圧を印加して液晶表示素子を駆動する手法等も提案されている。しかし、このような駆動方法では、駆動回路が複雑になり、また、各画素の選択期間が長くなるという問題がある。

【0009】一方、反強誘電性液晶表示素子は、反強誘電性液晶が備える配向状態の安定性を利用して画像を表示するものである。すなわち、反強誘電性液晶は、液晶分子の配向に3つの安定状態を有し、第1のしきい値以上の電圧を該液晶に印加したとき、印加電圧の極性に応じて液晶分子が第1の方向に配列する第1の強誘電相または第2の方向に配列する第2の強誘電相に配向し、絶対値が前記第1のしきい値及び第2のしきい値より低い電圧を印加したとき、液晶分子の平均的な配列方向がスメクティック相の層の法線とほぼ平行な方向の反強誘電相に配向する。液晶表示素子の両側に配置する一対の偏光板の透過軸の方向を反強誘電相の光学軸を基準にして設定することにより、光の透過率を制御して画像を表示することができる。

【0010】反強誘電性液晶は、印加電圧が変化しても、上記第1と第2のしきい値を境とする各範囲で、第1または第2の強誘電相または反強誘電相に配向した状態を維持するというメモリ性を有している。従来の反強誘電性液晶表示素子は、このメモリ性を利用して単純マトリクス駆動されている。反強誘電性液晶の配向状態のメモリ性は、液晶が第1または第2の強誘電相から反強誘電相に相転移する電圧と、反強誘電相から第1または第2の強誘電相に相転移する電圧との電圧差によって定まり、この電圧差が大きいほど、配向状態のメモリ性が高い。このため、従来の反強誘電性液晶表示素子では、反強誘電性液晶として、上記電圧差が大きい液晶を用いている。しかし、メモリ性の高い反強誘電性液晶を用いる従来の反強誘電性液晶表示素子では、表示階調の制御がほとんど不可能で、階調表示を実現することはできなかった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】液晶表示素子としては、任意の階調を安定して表示できるだけでなく、最低階調での透過率と最高階調での透過率の比、即ち、コントラストが大きいことが望まれる。コントラストに関し

5

ても、強誘電性及び反強誘電性液晶表示素子は、他の液晶表示素子と比較して優れているが、さらにコントラストが高い画像を表示できる素子が望まれている。しかしながら、従来の強誘電性液晶表示素子はコントラストが高く、安定した階調表示を行うことができなかった。

【0012】この発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、簡単な構成で且つ階調表示が可能な強誘電性液晶表示装置及び強誘電性液晶表示素子の駆動方法を提供することを目的とする。また、この発明は、コントラストの高い階調画像を安定して表示でき強誘電性液晶表示装置及び強誘電性液晶表示素子の駆動方法を提供することを他の目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の第1の観点に係る強誘電性液晶表示装置は、画素電極が形成された一方の基板と、前記画素電極に対向する対向電極が形成された他方の基板と、前記2つの基板間に配置された強誘電性を持つ液晶と、前記2つの基板を挟む位置に配置された一対の偏光板と、を有し、前記画素電極と前記対向電極との間に印加される極性の異なる電圧の絶対値の変化に対応して実質的に等しい光学的变化を示す強誘電性液晶表示素子と、表示画像に対応する信号を受け、この信号に対応する絶対値を持ち且つ極性が異なる電圧を所定の極性の順番に前記画素電極と前記対向電極間に複数のフレームにわたって交互に印加する駆動手段と、を備えることを特徴とする。

【0014】また、この発明の第2の観点に係る強誘電性液晶表示素子の駆動方法は、画素電極と画素電極に接続された薄膜トランジスタがマトリクス状に複数配列された一方の基板と、前記画素電極に対向する対向電極が形成された他方の基板と、これらの基板の間に配置され、層構造をもち、前記画素電極と対向電極間に印加された電圧に応じて液晶分子が第1の方向にほぼ配列した第1の配向状態と、液晶分子が第2の方向にほぼ配列した第2の配向状態と、液晶分子の平均的な配列方向が前記第1の方向と第2の方向の間の任意の方向となる中間の配向状態にそれぞれ配向する強誘電性液晶と、前記一方の基板側に配置され、前記強誘電性液晶層の法線と実質的に平行な方向に光学軸が設定された一方の偏光板と、前記他方の基板側に配置され、前記一方の偏光板の光学軸に直交又は平行に光学軸が設定された他方の偏光板と、を備えた強誘電性液晶表示素子の駆動方法において、絶対値が表示階調に対応し、1つの表示階調に対してフレーム毎に極性が異なるパルス電圧を前記アクティブ素子を介して前記画素電極に所定の極性の順番で印加する、ことを特徴とする。印加する複数のパルス電圧の極性の順番を変更できるようにしてもよい。

【0015】

【作用】前記異なった極性の複数の電圧（パルス電圧）を順次印加して液晶表示素子を駆動する場合、高コント

6

ラストが得られる極性の順番は液晶表示素子毎に異なる。例えば、正極性で所定絶対値の電圧を有する第1の電圧を印加した後で電圧が0の第3の電圧を印加した時に前記液晶の分子が初期配向状態に復帰する第1の時間が、負極性で前記所定絶対値の電圧を有する第2の電圧を印加した後で前記第3の電圧を印加した時に前記液晶の分子が初期配向状態に復帰する第2の時間よりも長い場合には、前記複数の電圧を正極性と負極性の順番で印加すべきである。同様に、例えば、正極性で所定絶対値の電圧を有する第1の電圧と負極性で前記所定絶対値の電圧を有する第2の電圧と電圧値が0の第3の電圧とを順番に印加した時の前記第3の電圧の印加に対応した前記液晶表示素子の透過率が、前記第2の電圧と前記第1の電圧と前記第3の電圧とを順番に印加した時の前記第3の電圧の印加に対応した前記液晶表示素子の透過率よりも小さい場合にも、前記複数の電圧を正極性、負極性の順番で印加すべきである。そこで、この発明では、複数の電圧を任意の順番ではなく、液晶表示素子毎に定まる所定の順番で印加し、高コントラストの画像を表示可能とする。

【0016】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。

（第1実施例）まず、この実施例の強誘電性液晶表示素子の構成を説明する。図1は強誘電性液晶表示素子の断面図、図2は強誘電性液晶表示素子の画素電極とアクティブ素子を形成した透明基板の平面図である。この強誘電性液晶表示素子は、アクティブマトリクス方式のものであり、図1に示すように、一対の透明基板（例えば、ガラス基板）1、2間に液晶11を封入して形成した液晶セル15と、該液晶セルを挟んで配置された一対の偏光板13、14と、から構成される。

【0017】図1において下側の透明基板（以下、下基板）1には、図1、図2に示すように、ITO等の透明導電材料から構成された画素電極3と画素電極3にソースが接続された薄膜トランジスタ（以下、TFT）4とがマトリクス状に形成されている。

【0018】図2に示すように、画素電極3の行間にゲートライン5が配線され、画素電極3の列間にデータライン（階調信号ライン）6が配線されている。各TFT4のゲート電極は対応するゲートライン5に接続され、ドレイン電極は対応するデータライン6に接続されている。ゲートライン5は、行ドライバ21に接続され、データライン6は列ドライバ22に接続される。行ドライバ21は、後述するゲート電圧を印加して、ゲートライン5をスキャンする。一方、列ドライバ22は、画像データを受け、データライン6に画像データに対応するデータ信号を印加する。

【0019】図1において、上側の透明基板（以下、上基板）2には、下基板1の各画素電極3と対向し、基準

7

電圧V0が印加されている対向電極7が形成されている。下基板1と上基板2の電極形成面には、それぞれ配向膜8、9が設けられている。配向膜8、9はポリイミド等の有機高分子化合物からなる水平配向膜であり、その対向面にはラビングによる配向処理が施されている。

【0020】下基板1と上基板2は、その外周縁部において枠状のシール材10を介して接着されている。基板1、2とシール材10で囲まれた領域には液晶11が封入されている。液晶11は、カイラルスメクティックC相の螺旋ピッチが両基板1、2の間隔より小さく、かつ、配向状態のメモリ性を有さない強誘電性液晶(DHF液晶)である。液晶11は、螺旋ピッチが、可視光帯域の波長である700nm~400nm以下(例えば、400nm~300nm)であり、自発分極が大きく、コーンアングルが約27度ないし45°(望ましくは、27°ないし30°)の強誘電性液晶組成物からなる。なお、図1において、符号12は両基板1、2の間隔を規制するギャップ材を示す。

【0021】液晶11は、カイラルスメクティックC相が有する層構造の層の法線を配向膜8、9の配向処理の方向に向けて均一な層構造を形成する。また、その螺旋ピッチが基板間隔より小さいため、螺旋構造をもった状態で基板1、2間に封入されている。画素電極3と対向電極7との間に絶対値が十分大きい電圧を印加したとき、液晶11は印加電圧の極性に依じて、液晶分子の配向方向がほぼ第1の方向となる第1の配向状態と液晶分子の配向方向がほぼ第2の方向となる第2の配向状態のいずれかの状態に設定される。また、絶対値が液晶分子を第1又は第2の配向状態に配向させる電圧より低い電圧を画素電極3と対向電極7間に印加したとき、液晶11の分子配列の螺旋が歪み、液晶11の平均的な配向方向が第1の方向と第2の方向の間の方向となる中間配向状態となる。

【0022】液晶表示素子の上下には、一対の偏光板13、14が配置されている。偏光板13、14の透過軸と液晶11の液晶分子の配向方向との関係を図3を参照して説明する。図3において、符号11A、11Bは、液晶11の第1と第2の配向状態における液晶分子の平均的な配向方向(長軸方向、ダイレクタ)を示し、符号13A、14Aは図1において下側の偏光板13、上側の偏光板14の透過軸の方向を示す。

【0023】一方の極性でかつ絶対値が十分大きい電圧を液晶11に印加した時、液晶11は、第1の配向状態となり、液晶分子は一点鎖線で示す第1の配向方向11Aにはほぼ配向する。他方の極性でかつ絶対値が十分大きい電圧を液晶11に印加したとき、液晶11は第2の配向状態となり、液晶分子は2点鎖線で示す第2の配向方向11Bにはほぼ配向する。一方、印加電圧が0のとき、液晶分子の平均的な配向方向は液晶のスメクティック相の層の法線方向、即ち、第1と第2の配向方向11Aと

8

11Bの中間の方向11Cとなる。

【0024】第1の配向方向11Aと第2の配向方向11Bとのずれ角は、液晶11の種類によって異なるが、25°~45°に選定され、望ましくは27°~45°である。偏光板13、14のうち、一方の偏光板、例えば、上偏光板14の透過軸14Aは、液晶11のスメクティック相の層の法線方向とほぼ平行に設定されている。下偏光板13の透過軸13Aは、上偏光板14の透過軸14Aとほぼ直交している。

【0025】図3に示すように偏光板13、14の透過軸13A、14Aを設定した強誘電性液晶表示素子は、液晶分子を第1又は第2の配向方向11A、11Bに配向させた第1又は第2の配向状態の時に透過率が最も高く(表示が最も明るく)なり、液晶分子を前記スメクティック相の層の法線方向とほぼ平行な中間方向11Cに配向させた時に透過率が最も低く(表示が最も暗く)なる。より詳細に説明すると、液晶分子の平均的な配向方向が第1又は第2の配向方向11A、11Bとなった状態では、入射側偏光板(ポーラライザ)を通過した直線偏光は液晶11の偏光作用により非直線偏光となる。そして、液晶層を通過した光のうち出射側偏光板(アナライザ)の透過軸と平行な成分がアナライザを透過して出射し、表示は明るくなる。一方、液晶分子の平均的な配向方向が中間方向11Cを向いた状態では、入射側偏光板を通った直線偏光は液晶11の偏光作用をほとんど受けず、直線偏光のまま液晶層を通過する。このため、液晶層を通過した光のほとんどが出射側偏光板で吸収され、表示が暗くなる。

【0026】液晶11の平均的な配向方向は、印加電圧の極性と電圧値(絶対値)に依じて、配向方向11Aと11Bの間で連続的に変化する。このため、この強誘電性液晶表示素子の透過率は連続的に変化する。また、光学応答特性のヒステリシスは小さい方が望ましい。

【0027】次に、液晶11の特性について説明する。偏光板13、14を図3に示すように配置した場合においては、液晶11(電極3と7間)に電圧を印加しない時の透過率が最も低くなり、印加電圧の絶対値が大きくなるに従って、透過率が上昇する。この実施例においては、周期が比較的長い(0.1Hz程度)三角波電圧を印加した時に、その光学応答特性が図4(A)に示すように連続的に滑らかに変化するものを使用する。また、光学応答特性のヒステリシスは小さい方が望ましい。

【0028】また、図4(B)に示すように、光学応答特性に明確な閾値、即ち、わずかな電圧の変化で透過率が急激に変化する特性の強誘電性液晶は望ましくない。

【0029】次に、上記構成の強誘電性液晶表示素子の駆動方法を図5(A)乃至(C)を参照して説明する。図5(A)は、行ドライバ21が第1行のTFT4に接続されたゲートライン5に印加するゲートパルスの波形を示し、図5(B)と図5(C)は、列ドライバ22がデータライン6に印加するデータ信号の波形を示す。な

9

お、理解を容易にするため、第1行の画素用のデータ信号のみを示し、他の行用のデータ信号は図示しない。

【0030】図5(A)、(B)、(C)において、TFは1フレーム期間、TSは第1行の画素の選択期間、TOは非選択期間を示す。各選択期間TSは、例えば、約45 μ 秒である。この実施例においては、図5(B)に示すように、連続する2つのフレームTF_{odd}(奇数番目のフレーム)とTF_{even}(偶数番目のフレーム)の選択期間TSに、表示階調に応じ、極性が反対で絶対値が同一の電圧値VD、-VDを有する駆動パルス(書き込みパルス)をデータライン6に印加する。即ち、1つの画像データ(階調信号)について、電圧の絶対値が等しく、極性が正と負との2つの駆動パルスを2つのフレームTF_{odd}とTF_{even}の選択期間TSにそれぞれ1つずつ印加する。

【0031】また、図5(C)は、1つの画像データについて、電圧の絶対値が等しく、極性が負と正との2つの駆動パルスを2つのフレームTF_{odd}とTF_{even}の各選択期間TSにそれぞれ1つずつ印加する例を示す。図5(B)の駆動方法と図5(C)の駆動方法とは、液晶表示素子に基本的に同一の画像を表示させる。駆動パルスの極性及び電圧値は、データ信号の基準電圧V₀に対する極性と電圧である。基準電圧V₀は対向電極7に印加する電圧と同一である。

【0032】この駆動方法では、書き込み電圧VDの最小値をV₀とし、最大値V_{max}を透過率の飽和が起こる電圧(図4(A)では、V_{sat})よりも若干低い値として、V₀乃至V_{max}の範囲で書き込み電圧VDを制御する。

【0033】上記のような波形のゲート信号とデータ信号とを用いて上記強誘電性液晶表示素子を駆動すると、各行の選択期間TSに、駆動パルスの電圧(書き込み電圧)VD又は-VDがゲートパルスによりオンしているTFT4を介して画素電極3に印加される。ゲートパルスがオフし、非選択期間TOになると、TFT4がオフし、書き込み電圧VD又は-VDに応じた電圧が画素電極3と対向電極7とその間の液晶11とで形成される容量(画素容量)に保持される。このため、非選択期間TOの間、その画素の透過率が、画素容量の保持電圧に対応する値、即ち、書き込み電圧VD又は-VDに対応した値に維持される。

【0034】この実施例では、液晶11として印加電圧の変化に対する透過率が連続的に変化するものを使用

10

*し、しかも、図3に示す光学配置を採用しているため、書き込み電圧VD又は-VDの絶対値に対する透過率が一義的に定まり、書き込み電圧VD又は-VDの絶対値により透過率を制御して、明確な階調表示を実現できる。また、連続する2つのフレームにより、1つの画像データに対する正負逆極性の電圧を印加しているため、正負の電圧に対する光学特性が若干異なっているとしてもこれらの光学的变化の平均値として観察されるので、正負逆極性の電圧に対する光学的特性に差があっても明確な階調表示が可能である。

【0035】また、連続する2つのフレームで、極性が逆で絶対値が等しい電圧を各画素(画素電極)に印加するので、液晶11に直流電圧成分が片寄って印加されることがない。従って表示の焼き付き現象や液晶の劣化を生ずることもない。

【0036】液晶11(電極3と7の間)に逆極性で絶対値が同一の電圧を印加した場合、その透過率は若干異なり、完全に同一ではない。従って、表示画像のちらつき(フリッカ)を防止するため、フレーム期間TFは1/30秒以下に設定することが望ましい。

【0037】上記構成の液晶表示素子を実際に製造した場合、実際の配向処理の方向、透過軸の方向は基準となる方向11A、11B、11C、13A、14Aから若干ずれる。また、配向処理の強度(ラビング処理の程度)も液晶11の層厚も液晶表示素子毎に及び1つの液晶表示素子の中でも場所毎に変化する。このため、図5(B)と(C)に示すデータ信号を用いた場合では、本来同一の階調が表示されるべきであるが、液晶分子の配向する速度が異なったり、配向の状態が異なってしまう、結果として、表示階調に差が生ずる場合がある。

【0038】この点を実験結果に基づいて具体的に説明する。図6(A)は、実験に使用した評価用の第1のパルス列を示し、図6(B)は、実験に使用した評価用の第2のパルス列を示し、図6(C)は、図6(A)又は(B)に示したパルス列を液晶に印加することにより得られる透過率の変化を示す。また、 τ は印加パルスのパルス幅、1表示期間は200 τ である。このようなパルス列を強誘電性液晶表示素子の液晶に印加し、各表示期間における透過光量を積分し、100%の透過率の積分値に対する割合(%) ON1、ON2、OFF1、OFF2を求めた結果を表1~表3に示す。

【0039】

【表1】

液晶表示素子1
 $\tau = 340 \mu\text{m}$

	ON1	ON2	OFF1	OFF2
第1のパルス列	95.1	96.8	6.6	3.4
第2のパルス列	93.2	98.5	20.9	9.0

$\tau = 100 \mu\text{m}$

ON1 ON2 OFF1 OFF2

11				12
第1のパルス列	96.0	57.6	7.0	3.4
第2のパルス列	94.0	93.9	49.7	26.3

【0040】

* * 【表2】

液晶表示素子2

 $\tau = 170 \mu\text{m}$

	ON1	ON2	OFF1	OFF2
第1のパルス列	96.4	101.5	5.9	3.7
第2のパルス列	98.6	100.9	35.2	9.9

 $\tau = 100 \mu\text{m}$

	ON1	ON2	OFF1	OFF2
第1のパルス列	98.7	87.2	10.6	3.8
第2のパルス列	99.7	100.4	57.3	15.7

【0041】

* * 【表3】

液晶表示素子3

 $\tau = 200 \mu\text{m}$

	ON1	ON2	OFF1	OFF2
第1のパルス列	98.3	98.7	45.9	14.9
第2のパルス列	82.2	100.9	4.9	4.0

【0042】上記実験結果より明らかなように、第1及び第2の液晶表示素子では、第1のパルス列、即ち、画像データに対応するパルス対を正極性、負極性の順番で印加した方が、低濃度の画像が得られ、コントラストも向上する。また、第3の液晶表示素子には、第2のパルス列、即ち、画像データに対応するパルス対を負極性、正極性の順番で印加した方が、低濃度の画像が得られ、表示画像のコントラストが向上する。

【0043】このような差が発生する理由は、第1及び第2の液晶表示素子では、負極性のパルスを印加してから電圧0を印加し、液晶分子が初期配向状態に復帰する配向速度の方が、正極性のパルスを印加してから電圧0を印加し、液晶分子が初期配向状態に復帰する配向速度よりも速いためであると考えられる。

【0044】印加電圧の極性の順番に応じて表示階調が変化するという現象は、他の電圧値を有する電圧パルスを印加した場合にも同様に発生する。

【0045】従って、第1及び第2の液晶表示素子には、図5(B)及び図6(A)に示すように、画像データに対応する駆動パルスを正極性、負極性の順番で印加し、第3の液晶表示素子には、図5(C)及び図6

(B)に示すように、画像データに対応する駆動パルスを負極性、正極性の順番で印加することによりコントラストの高い表示画像が得られる。

【0046】また、上記実験により、規格上は同一構成の液晶表示素子であっても、素子毎にその特性が異なることが確認された。従って、図5(B)と(C)に示すデータ信号のいずれを使用するかは、上述と同様の実験を各素子について行ってその特性を求めて選択する。

【0047】(第2実施例)第1実施例では、液晶11として強誘電性液晶であるDHF液晶を使用した。反強誘電性液晶(以下、AFLC)を使用してもよい。A

FLCは、その螺旋ピッチが基板間隔より大きい。螺旋構造を消失した状態で基板1、2間に封入され、一対の偏光板13、14の透過軸13A、14Aは、第1実施例と同様に、図3に示すように配置される。このAFLCは一方の極性でかつあるしきい値電圧(ONしきい値電圧)以上の電圧が印加されたとき、液晶分子の平均的な配向方向は第1の方向11Aとなり、極性が逆でかつ絶対値が前記ONしきい値電圧以上の電圧を印加した時に、平均的な配向方向は二点鎖線で示した第2の方向11Bとなり、前記ONしきい値電圧より低い他のしきい値電圧(OFFしきい値電圧)以下の電圧を印加した時に、平均的な配向方向が第3の方向11Cとなる。また、本実施例で用いたAFLCは、ONしきい値電圧とOFFしきい値電圧の間の電圧を印加した時、平均的な配向方向が第1の方向11Aと第3の方向11Cの間、又は、第2の方向11Bと第3の方向11Cの間となり、光学的中間状態となる特性を有している。

【0048】この実施例では、例えば、次の3つのタイプの反強誘電性液晶を使用できる。

(1) 印加電圧が0V近傍の非常に狭い範囲でのみ反強誘電相を示し、光学応答の特性カーブが急峻であり、反強誘電相を示す領域に平坦な領域がほとんど存在しない液晶。図7はこの種の反強誘電性液晶の光学応答特性の一例を示す。この光学応答特性は一対の偏光板を図3に示すように配置し、0.1Hz程度の十分低周波の三角波電圧を印加して得られたものである。この反強誘電性液晶は、 ± 0.5 V程度の非常に狭い印加電圧領域においてのみ、反強誘電相を示す特性を有し、特性カーブが急峻であり、反強誘電相を示す領域に平坦な領域がほとんど存在しない。この種の反強誘電性液晶は、反強誘電-強誘電相転移前駆現象を呈する印加電圧の範囲が広い。印加電圧に応じて無数の中間的光学状態を有

し、その光学応答特性に明確な閾値が存在せず、この発明の駆動方法に適している。

【0049】(2) 印加電圧0Vでは、平均的分子長軸方向が層の法線方向に揃わず、印加電圧0V以外の2つの電圧値で平均的分子長軸方向が、層の法線方向に揃い、透過率が最小となる反強誘電性液晶。図8はこの種の反強誘電性液晶の光学応答特性の一例を示す。この光学応答特性も一對の偏光板を図3に示すように配置し、0.1Hz程度の十分低周波の三角波電圧を印加して得られたものである。この特性を有する反強誘電性液晶は、印加電圧0Vでは、平均的分子長軸方向が層法線方向に揃わず、印加電圧0V以外の2つの電圧値で平均的分子長軸方向が、層法線方向に揃い、透過率が最小となる。即ち、暗状態になる電圧領域が2つに分離しており、印加電圧が0V付近に平坦な部分が存在しない。この種の反強誘電性液晶は、反強誘電-強誘電相転移前駆現象を呈する印加電圧の範囲が広いと、印加電圧に応じて無数の中間的光学状態を有し、その光学応答特性に明確な閾値が存在せず、この発明の駆動方法に適している。

【0050】第1及び第2の反強誘電性液晶は、コーンアングルが 30° から 45° （望ましくは、 35° 以上）と大きく、自発分極が約200以上と大きく、さらに、相シーケンスがI、SmA（スメクティックA相）、ASmC*（アンチ（反）スメクティックC*相）と相転移する液晶である。

【0051】(3) 光学応答特性のヒステリシスの幅が非常に小さい反強誘電性液晶。図9はこの種の反強誘電性液晶の光学応答特性の一例を示す。この光学応答特性も一對の偏光板を図3に示すように配置し、0.1Hz程度の十分低周波の三角波電圧をこの反強誘電性液晶に印加して得られたものである。この特性を有する反強誘電性液晶は、光学応答特性のヒステリシスの幅が0.5V以下と、非常に狭い。この種の反強誘電性液晶も、この発明の駆動方法に適している。

【0052】なお、第2実施例における液晶表示素子のその他の構成は第1実施例と同一である。

【0053】このような構成の反強誘電性液晶表示素子においても、連続する2つのフレームに、極性が異なり、表示階調に応じた絶対値を有する書き込み電圧を印加することにより、第1実施例と同様に任意の階調画像を表示できる。そして、例えば、図6(A)、(B)に示す評価波形等を用いて液晶表示素子の特性を測定し、測定した特性に応じて、図5(B)又は(C)に示す波形の一方を液晶に印加する。従って、コントラストの高い画像を表示できる。

【0054】(第3実施例) 次に、第1実施例の駆動方法を用いて液晶表示素子を駆動する駆動回路の実施例を、テレビ映像等の動画を表示する液晶表示装置を例に

説明する。図10はこの実施例の液晶表示装置の構成を示す。

【0055】図示するようにこの液晶表示装置は、液晶表示モジュール63と駆動回路モジュール71より構成される。外部より供給される通常のNTSCコンポジット信号は駆動回路モジュール71内のA/D変換器51により、デジタル信号に変換され、分離回路53に供給される。分離回路53は供給されたデジタル信号から同期信号、輝度信号、色相信号を分離する。分離された同期信号は、クロック回路65と書き込み制御回路67に供給される。また、輝度信号と色相信号は復調/変換回路55に供給される。

【0056】復調/変換回路55は輝度信号と色相信号から、RGBそれぞれの輝度信号を生成し、フレームメモリ57の第1のポートに供給する。フレームメモリ57は、1画面（1フレーム）分の記憶容量を有するデュアルポートメモリから構成され、第1のポートに供給されたRGB輝度信号を順次格納する。D/A変換器59は、フレームメモリ57の第2ポートから出力されたRGB輝度信号を対応するアナログ輝度信号+R、+G、+Bに変換する。この際、反転輝度信号-R、-G、-Bも出力する。セレクト61はD/A変換器59から供給されるRGBアナログ輝度信号+R、+G、+Bと反転輝度信号-R、-G、-Bを交互に選択して液晶表示モジュール63に供給する。

【0057】液晶表示モジュール63は、図1～図3に示す構成を有する。但し、この実施例では、液晶表示素子は、カラー画像を表示するもので、図1、図2の各画素電極3の上にはR、G、又はBのカラーフィルタが配置されている。

【0058】クロック回路65は、A/D変換器51、分離回路53、復調/変換回路55の動作を制御するためのクロック信号を生成し、これらに供給する。書き込み制御回路67は、分離回路53からの同期信号にตอบสนองし、フレームメモリ57に書き込み制御信号を供給する。

【0059】読み出し制御回路69は、フレームメモリ57に読み出し制御信号を供給してフレームメモリ57の記憶データを第2ポートに読み出し、D/A変換器59に変換タイミング信号を供給し、液晶表示モジュール63の行ドライバ21と列ドライバ22にタイミング制御信号を供給する。

【0060】さらに、読み出し制御回路69は、スイッチSWを備え、スイッチSWのオン・オフに従ってセレクト61に選択制御信号を供給し、(1)スイッチSWがオンの場合には、図5(B)に示すように、セレクト61に+R、+G、+Bを先に選択させ、次のフレームで、-R、-G、-Bを選択させ、(2)スイッチSWがオフの場合には、図5(C)に示すように、セレクト61に-R、-G、-Bを先に選択させ、次のフレーム

15

で、+R、+G、+Bを選択させる。

【0061】上記構成において、例えば、液晶表示モジュール63は、TAB技術等を用いて、液晶表示素子とドライバ素子を接続して形成される。一方、駆動回路モジュール71は、プリント配線基板上等に形成される。そして、液晶表示モジュール63と駆動回路モジュール71がそれぞれ完成した後で、両者がフィルムケーブル等を介して接続される。

【0062】液晶表示モジュール63と駆動回路モジュール71を接続する前に、図6(A)、(B)に示す評価信号を用いて液晶表示素子の特性を測定し、図5

(B)と(C)のいずれに示すデータ信号がその液晶表示素子に適しているかを判別する。図5(B)に示すデータ信号がその液晶表示素子に適していると判別した場合、スイッチSWをONし、図5(C)に示すデータ信号がその液晶表示素子に適していると判別した場合、スイッチSWをオフに設定する。

【0063】次に、上記構成の液晶表示装置の動作を図11(A)~(E)のタイミングチャートを参照して説明する。A/D変換器51には、図11(A)に示すNTSCコンポジット信号が順次供給される。A/D変換器51は、クロック回路65から供給される変換タイミング信号に従って、このNTSCコンポジット信号を順次デジタル信号に変換し、分離回路53に供給する。分離回路53は、クロック回路65から供給されるタイミング信号に従って、A/D変換器51から供給されるデジタル信号から同期信号、輝度信号、色相信号を分離する。

【0064】復調/変換回路55は輝度信号と色相信号から、R輝度信号、G輝度信号、B輝度信号を生成し、フレームメモリ57に供給する。書き込み制御回路67は、分離回路53から供給される同期信号に従って、図11(B)に示すように、連続する2つのフレームの第1のフレームで書き込みイネーブル信号をオン(アクティブ)とし、第2のフレームで書き込みイネーブル信号をオフ(アンアクティブ)とする。

【0065】このため、フレームメモリ57は、書き込み制御回路67からの書き込み制御信号に従って、供給されたR、G、B輝度信号を、1フレーム毎に順次格納する。従って、フレームメモリ57は、例えば、図11(B)の場合には、第Nフレーム、N+2フレーム…のRGB輝度信号を順次格納する。

【0066】フレームメモリ57は、読み出し制御回路69からの図11(C)に示す読み出しイネーブル信号を含む制御信号に従って、記憶しているRGB輝度信号を読み出し、D/A変換器59に供給する。D/A変換器59は、フレームメモリ57から読み出されたデジタルのRGB輝度信号を対応するRGBアナログ輝度信号+R、+G、+Bとその反転輝度信号-R、-G、-Bに変換する。セレクト61はD/A変換器59から供

16

給されるRGBアナログ輝度信号+R、+G、+Bと反転輝度信号-R、-G、-Bを、図11(D)又は

(E)に示す選択切換信号に従って、順次選択して液晶表示モジュール63に供給する。ここで、図11(D)に示す選択切換信号はスイッチSWがオンの場合のものであり、図11(E)に示す選択切換信号はスイッチSWがオフの場合のものである。

【0067】従って、例えば、スイッチSWがオンの場合、セレクト61は、第Nフレーム、第N+2フレーム…では、正極性のRGBアナログ輝度信号+R、+G、+Bを選択して出力し、第N+1フレーム、第N+3フレーム…では、負極性のRGB反転輝度信号-R、-G、-Bを出力する。一方、スイッチSWがオフの場合、セレクト61は、第Nフレーム、第N+2フレーム…では、負極性のRGB反転輝度信号-R、-G、-Bを選択して出力し、第N+1フレーム、第N+3フレーム…では、正極性のRGBアナログ輝度信号+R、+G、+Bを出力する。

【0068】列ドライバ22は、セレクト61から供給されるRGBアナログ輝度信号又はRGB反転輝度信号を順次サンプリングし、対応する駆動パルスを各データライン6に印加する。一方、行ドライバ21は、ゲートライン5にゲートパルスを順次印加してゲートライン5を走査する。このため、ゲートパルスが印加されたゲートライン5に接続されたTFT4がオンし、対応する画素電極3に駆動パルスが印加される。その行の選択期間TSが終了し、非選択期間TOになると、ゲートパルスがオフし、TFT4もオフし、駆動パルスの電圧が画素容量に保持され、保持された電圧に対応する階調で各画素が表示される。

【0069】このような構成によれば、フレームメモリ57に記憶されたRGB輝度信号が2回ずつ読み出され、異なった極性のアナログ輝度信号に変換されて液晶表示モジュール63に供給される。従って、第1~第3実施例において説明したように、連続する2つのフレームにおいて、表示階調に応じた絶対値を有し、異なった極性の駆動パルスが順次各画素(画素電極3)に印加され、任意の階調画像が表示される。

【0070】さらに、液晶表示素子の特性に応じて、スイッチSWをオン・オフすることにより、駆動パルスの極性の順番を変更できるので、液晶表示素子個々の特性に適した極性の順番で駆動パルスを印加でき、低階調の画像を適切に表示でき、高コントラストの画像を表示できる。

【0071】なお、スイッチSWを例えば、ヒューズ素子等で構成し、液晶表示モジュール63と駆動回路モジュール71を接続した後で、必要に応じてヒューズを切断してもよい。或いは、読み出し制御回路69の動作をプログラムで制御し、接続される液晶表示モジュール63の特性に応じて、プログラムを書き換えるようにして

17

もよい。その他、書き込み電圧の極性の順番を必要に応じて切り換えることができるならば、他の任意の構成を使用できる。

【0072】また、NTSC方式のテレビ画像を表示する構成を例示したが、他の構成を使用してもよく、また、他の画像を表示してもよい。また、第3実施例では、NTSCコンポジット信号のフレーム周波数と液晶表示モジュール63のフレーム周波数を同一としたが、例えば、NTSCコンポジット信号のフレーム周波数を60Hzとし、液晶表示モジュール63のフレーム周波数を30Hz（2フレームで1画像を形成するので、15フィールド/秒）とする等、両者のフレーム周波数を異ならせてもよい。この場合、例えば、書き込み制御回路67は独自の書き込み周期でフレームメモリ57にRGB輝度データを書き込み、読み出し制御回路69が独自の読み出し周期でフレームメモリ57からRGB輝度データを読み出し、後段の回路に供給するようにすればよい。

【0073】図10の構成では、D/A変換器59の後段にセレクト61を配置してD/A変換器59の出力する正負2つの極性のアナログ輝度信号の一方を選択したが、読み出し制御回路69の制御により、D/A変換器59に、その時点で必要な極性のアナログ輝度信号のみを出力させ、その信号を列ドライバ22に供給するようにしてもよい。

【0074】図3では、第1の方向11Aと第2の方向11Bの中間の方向11Cに一方の偏光板14の透過軸14Aを一致させ、他方の偏光板13の透過軸13Aを透過軸14Aに直交させるようにしたが、他方の偏光板13の透過軸13Aを透過軸14Aに平行にしてもよい。また、第1の方向11Aと第2の方向11Bの中間の方向11Cに一方の偏光板14の吸収軸を一致させ、他方の偏光板13の吸収軸を一方の偏光板14の吸収軸に直交させるようにしてもよい。この場合、印加電圧が0（又はほぼ0）の時に液晶表示素子の透過率が最大となり、印加電圧の絶対値が大きくなるに従って透過率が低下する。しかし、この場合も、絶対値が等しければ、その極性によらず透過率が等しくなり、この発明の駆動方法が適用できる。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、強誘電性液晶を用いた液晶表示素子において、簡単な駆動で高コントラストの画像を表示できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例の液晶表示素子の構造を示す断面図である。

【図2】図1に示す液晶表示素子の下基板の構成を示す平面図である。

18

【図3】上下偏光板の透過軸の方向と液晶分子の配向方向を示す平面図である。

【図4】印加電圧と透過率の関係を示すグラフであり、（A）は第1実施例で使用されるDHF液晶を使用した場合の例、（B）は第1実施例で使用する望ましくないDHF液晶を使用した場合の例を示す。

【図5】この発明の第1実施例の強誘電性液晶表示素子の駆動方法を説明するための波形図であり、（A）はこの発明の第1実施例の強誘電性液晶表示素子の駆動方法によりゲートラインに供給されるゲート信号の波形を示す図である。（B）は第1実施例の強誘電性液晶表示素子の駆動方法によりデータラインに供給されるデータ信号の一例の波形を示す図である。（C）は第1実施例の強誘電性液晶表示素子の駆動方法によりデータラインに供給されるデータ信号の他の例の波形を示す図である。

【図6】（A）及び（B）は液晶表示素子の評価用の信号波形を示し、（C）は（A）又は（B）の信号を印加した時の透過率の変化を示すグラフである。

【図7】この発明の第2実施例で使用可能な反強誘電性液晶を説明するための光学応答特性を示すグラフである。

【図8】この発明の第2実施例で使用可能な反強誘電性液晶を説明するための光学応答特性を示すグラフである。

【図9】この発明の第2実施例で使用可能な反強誘電性液晶を説明するための光学応答特性を示すグラフである。

【図10】この発明の第3実施例の強誘電性液晶表示素子の駆動回路のブロック図である。

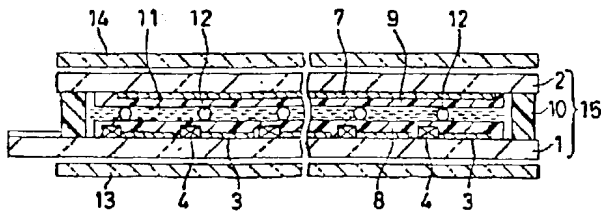
【図11】図10に示す回路の動作を説明するためのタイミングチャートであり、（A）はNTSCコンポジット信号の波形図、（B）は書き込みイネーブル信号の波形図、（C）は読み出しイネーブル信号の波形図、

（D）はスイッチSWがオンの場合の選択切換信号の波形図、（E）はスイッチSWがオフの場合の選択切換信号の波形図である。

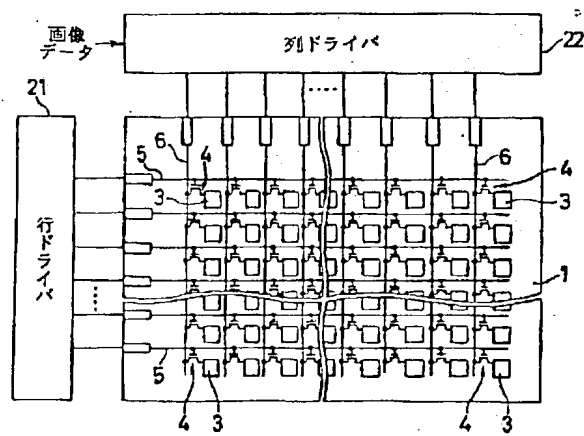
【符号の説明】

1…透明基板、2…透明基板、3…画素電極、4…TFT、5…ゲートライン、6…データライン、7…対向電極、8…配向膜、9…配向膜、10…シール材、11…液晶、12…ギャップ材、13…偏光板、14…偏光板、15…液晶セル、21…行ドライバ、22…列ドライバ、51…A/D変換器、53…分離回路、55…復調/変換回路、57…フレームメモリ、59…D/A変換器、61…セクタ、63…液晶表示モジュール、65…クロック回路、67…書き込み制御回路、69…読み出し制御回路、71…駆動回路モジュール

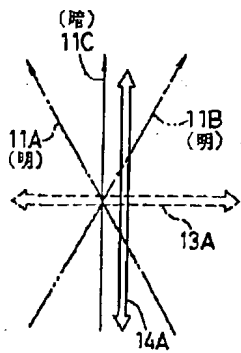
【図1】



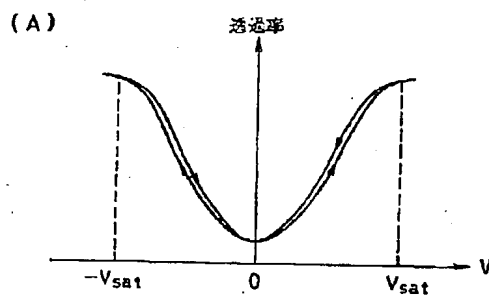
【図2】



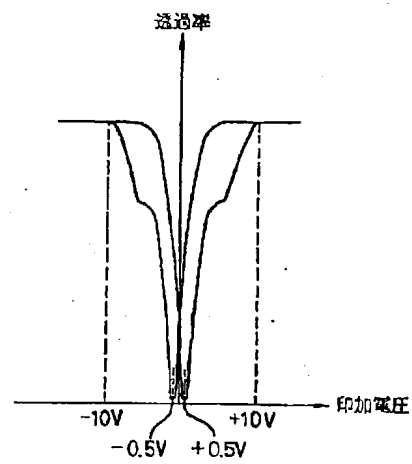
【図3】



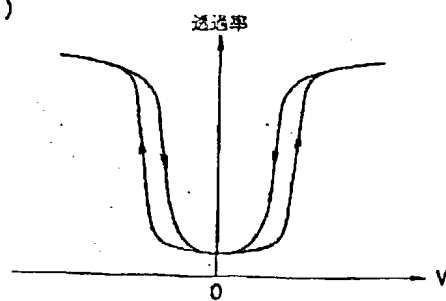
【図4】



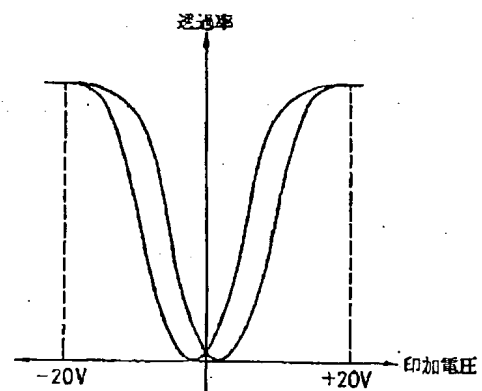
【図7】



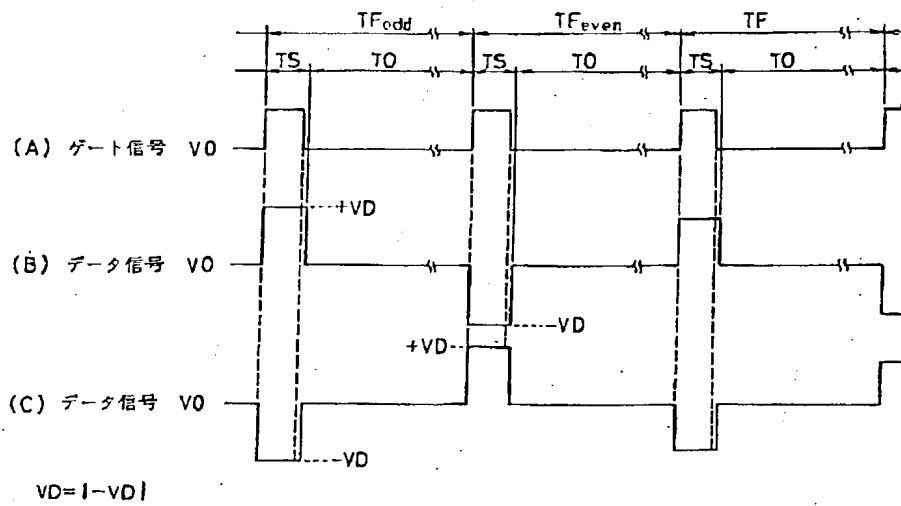
(B)



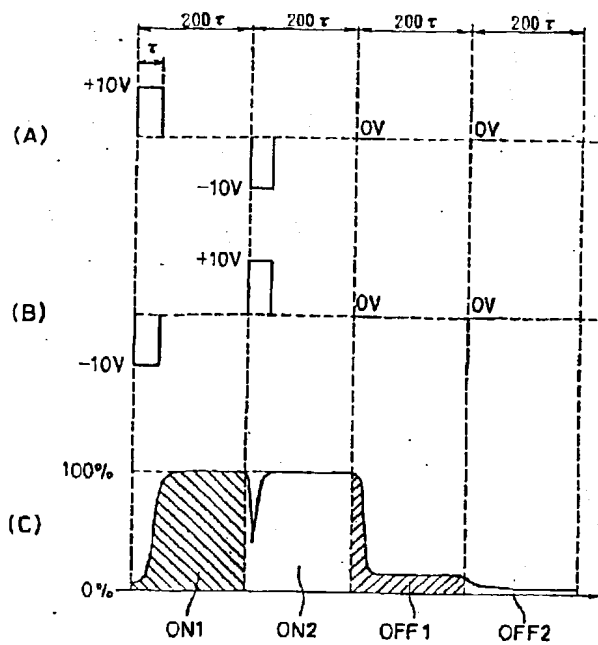
【図8】



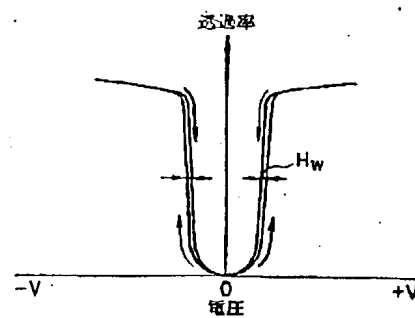
【図5】



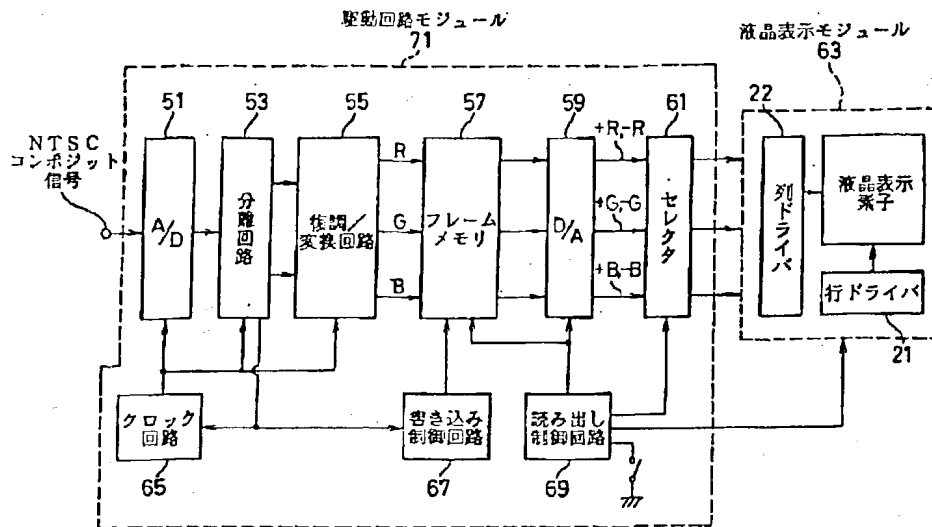
【図6】



【図9】



【図10】



【図11】

